

JAPANESE PATENT APPLICATION LAID-OPEN PUBLICATION

NO.: 6-333325

PUBLISHED DATE: December 2, 1994

PATENT APPLICATION NO.: 5-121633

5 FILED DATE: May 24, 1993

-----  
[0016]

[Means for Achieving the Object]

10           The above object is achieved by adopting, in a disk  
apparatus in which a head is positioned by tracking control at a  
predetermined track on a recording medium, a structure including:  
a detection means for detecting impact acceleration of an impact  
from outside; a wave filter means for eliminating frequency  
15 dependence of a positioning error in the tracking control of the  
head based on the impact acceleration, upon a value of  
acceleration from the detection means; and a control means for  
controlling stop of recording using the head, in accordance with a  
value of acceleration corresponding to the positioning error of  
20 the head from the wave filter means.

[0017]

          In this case, the wave filter means provides the value of  
acceleration from the detection means, with a characteristic which  
is inverse of the frequency characteristic of the positioning  
25 error in the tracking control of the head.

[0018]

[Operation]

As has been described above, the wave filter means eliminates the frequency dependence on the acceleration of the positioning error of the head. This elimination of frequency dependence provides the value of acceleration from the detection means, with a characteristic which is inverse of the frequency characteristic of the positioning error in the tracking control of the head.

[0019]

That is, the positioning error of the head corresponds to the value of acceleration, so that stop of recording using the head is controlled in accordance with value of the acceleration.

[0020]

As a result of this, data can be protected correctly from impacts with less operation errors.

[0021]

[Embodiments]

FIG. 1 is a diagram showing the structure of the first embodiment of the present invention. FIG. 1 is a block diagram of impact detection by a main section of the disk apparatus 21 according to the present invention, supposing an analog control system as a prerequisite. At first, an acceleration sensor 22 as a detection means for detecting acceleration of an impact from the outside is installed on a base plate or the like in a similar manner to that shown in FIG. 4.

[0022]

An output from the acceleration sensor 22 is inputted to a filter 24 as a wave filter means via an amplifier 23. This filter

24 applies an inverted characteristic of the frequency characteristic of the tracking error in the positioning the head, to a value of acceleration from the acceleration sensor 22, to eliminate frequency dependence of an positioning error upon the acceleration.

[0023]

An output from this filter 24 is inputted to each of two first and second comparators 25 and 26. An input end of the first comparator 25 is inputted with a first comparative threshold value (+ threshold level), and an input end of the second comparator 26 is inputted with a second comparative threshold value (- threshold level).

[0024]

In addition, an output from the first comparator 25 is inputted to an input end of an OR circuit 27, and an output from the second comparator 26 is inputted to another input end of the OR circuit via the inverter 28.

[0025]

Further, an output from the OR circuit 27 is inputted to a controller 29. The controller 29 controls writing of the head (not shown). A control means is constituted by the first and second comparators 25 and 26, OR circuit 27, inverter 28, and controller 29.

[0026]

FIG. 2 shows a block diagram of a control system in acceleration disturbance of the head. FIG. 2 illustrates a control system for tracking control of the head. A control signal

is inputted to a phase lead/delay (lead lag) compensation circuit 32 via a subtracter 31. An output of the lead lag compensation circuit 32 is inputted to an adder 34 via an amplifier (a power amplifier and a head drive motor) 33. The adder 34 adds up the output and the disturbance (impact acceleration), and outputs a position signal via an integrator (1/S) 35 and an integrator (1/S) 36. This position signal is fed back to the subtracter 31.

[0027]

FIG. 3 shows frequency characteristic graphs of the filter in FIG. 1, and a description will now be made to FIGS. 1 and 2. Note that FIG. 3(A) shows filter characteristics (characteristics of acceleration disturbance), and FIG. 3(B) shows frequency characteristics of a phase margin.

[0028]

At first, an open loop transfer function G in the lead lag compensation servo system shown in FIG. 2 is expressed by the following:

[0029]

[MATH 1]

$$G = A \frac{1 + \tau_2 S}{1 + \tau_1 S} \frac{1}{S^2}$$

[0030]

Here, A satisfies  $A = \omega_0^2 / \sqrt{\gamma}$ ,  $\omega_0$  is a servo band (which is a control band and denotes an open loop zero cross frequency), and  $\gamma$  is a constant (time constant ratio) of  $\gamma = \tau_2 / \tau_1$ .

[0031]

Where A is substituted in MATH 1, the following is obtained:

[0032]

[MATH 2]

5

$$G = \frac{\omega_0^2}{\sqrt{\gamma}} \frac{1 + \frac{\sqrt{\gamma}}{\omega_0} S}{1 + \frac{1}{\omega_0 \sqrt{\gamma}} S}$$

[0033]

10 To assure the phase margin,  $\gamma$  is set to a value of  $\gamma = 9$  to 18 or so.

[0034]

Hence, the tracking error characteristic  $H_0$  of the head positioning servo system is  $H = 1/(1+G)$  as explained with  
15 reference to FIG. 6. Where MATH 1 is substituted in this equality, the following is given:

[0035]

[MATH 3]

20

$$H_0 = \frac{1}{1+G} = \frac{1}{1+A \frac{1+\tau_2 S}{1+\tau_1 S} \frac{1}{S^2}}$$

[0036]

This tracking error characteristic  $H_0$  is a dimension of  
25 displacement/displacement.

[0037]

Where the acceleration disturbance is taken into the system

as shown in FIG. 2, the integrators 35 and 36 each perform integration, to convert MATH 3 into a dimension of displacement/acceleration. That is, when the acceleration disturbance is taken in, the tracking error characteristic  $H_1$  becomes as follows:

[0038]

[MATH 4]

$$\begin{aligned}
 H_1 &= \frac{1}{S^2 + A \frac{1 + \tau_2 S}{1 + \tau_1 S}} \\
 &= \frac{1}{S^2 + A \left( \frac{\tau_2}{\tau_1} \right) + A \frac{(1 - \tau_2 / \tau_1)}{\tau_1 S + 1}} \\
 &= \frac{1}{S^2 + \omega_0^2 \sqrt{\gamma} + A \frac{1 - \gamma}{\tau_1 S + 1}}
 \end{aligned}$$

[0039]

This result is shown in FIGS. 3(A) and (B).

[0040]

That is, since the frequency characteristic of acceleration disturbance in FIG. 3(A), is set as the frequency characteristic of the filter 24 in FIG. 1, the gain does not depend any more upon the frequency in a low frequency range. In this way, the output of the filter 24 becomes the output which directly corresponds to the position error. Comparing FIGS. 3(A) and 6(A), the frequency characteristic (FIG. 3(A)) of the filter 24 is inversed of the tracking error characteristic in open loop transfer (FIG. 6(A)).

[0041]

Further, as described above, the output of the filter 24 corresponds to the position error of the head. Hence, by

providing first and second threshold values for the first and second comparators 25 and 26 in FIG. 1, the controller 29 controls stop of recording by the level signal. That is, a threshold level to stop recording (write protection) can be set correctly, so that data can be protected from impacts correctly with less operation errors. This leads to realization of a disk apparatus which is strong against vibrations and impacts and is suitable for mobile use.

[0042]

Cut-off frequency of the filter 24 will now be described. The cut-off frequency of the frequency characteristic of MATH 4 is determined uniformly by the gain of the open loop transfer function G according to MATH 2. That is, as shown in FIG. 4, the cut-off frequency approximates to  $\omega_0 \gamma^{1/4}$ . For example, where  $\omega_0 = 500$  Hz and  $\gamma = 9$  are given,  $\omega_0 \gamma^{1/4}$  is 866 Hz which is equal substantially to the results of FIGS. 3(A) and (B).

[0043]

Although the above embodiment has been described supposing an analog servo system as a prerequisite, the embodiment can be realized in a digital servo system by using a digital filter having the filter characteristic expressed by MATH 4. Of course, the present invention can be applied not only to magnetic disks but also to optical disks.

[0044]

[Advantages of the Invention]

As described above, according to the present invention, stop of recording is controlled, eliminating the frequency dependence

of positioning errors in tracking control of the head based on impact acceleration, upon the acceleration value from the detection means. Therefore, impact acceleration proportional to an occurring positioning error can be detected. Hence, the threshold value to stop recording can be set correctly, and data can be correctly protected from impacts with less operation errors. Thus, a disk apparatus which is strong against vibrations and impacts and suitable for mobile use can be realized.



FIG. 1

A diagram showing the structure of an embodiment according to the present invention

- 21... Disk apparatus
- 5 22... Acceleration sensor
- 24... Filter
- 25... First comparator
- 26... Second comparator
- 29... Controller
- 10 First threshold value
- Second threshold value
- Head

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-333325

(43) 公開日 平成6年(1994)12月2日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 19/02  
19/04

識別記号

庁内整理番号

M 7525-5D

A 7525-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-121633

(22) 出願日 平成5年(1993)5月24日

(71) 出願人 00005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 有賀 敬治

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 長谷川 進

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 井理士 伊東 忠彦

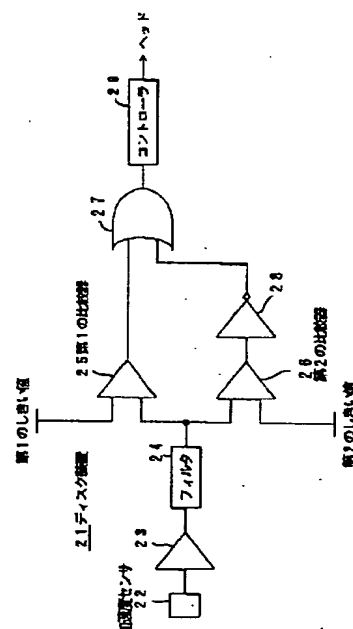
(54) 【発明の名称】 ディスク装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明は計算機システムの外部記憶装置として広く用いられるディスク装置に関し、誤動作が少なく正確にデータの衝撃保護を行うことを目的とする。

【構成】 外部からの衝撃加速度を検出する加速度センサ22からの加速度の値に対して、衝撃加速度によるヘッドの追従制御における追従誤差特性の逆特性を与えて位置決め誤差の周波数依存を除去するフィルタ24を設ける。そして、ヘッドの位置決め誤差に対応する加速度の値を、第1及び第2の比較器25、26で設定した第1及び第2のしきい値で検出して、コントローラ29より記録中止を行わせる構成とする。

本発明の一実施例の構成図



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体に対して、所定トラックにヘッドを追従制御させて位置決めし、情報の記録再生を行うディスク装置において、

外部からの衝撃加速度を検出する検出手段(22)と、  
該衝撃加速度による前記ヘッドの追従制御における位置決め誤差の、該検出手段(22)からの加速度の値に対する周波数依存を除去する濾波手段(24)と、  
該濾波手段(24)からの、該ヘッドの位置決め誤差に対応する加速度の値に応じて、該ヘッドによる記録中止を制御する制御手段(25~29)と、  
を有することを特徴とするディスク装置。

【請求項2】 前記濾波手段(24)は、前記検出手段からの加速度の値に、前記ヘッドにおける位置決め追従誤差の周波数特性の逆特性を与えることを特徴とする請求項1記載のディスク装置。

【請求項3】 前記濾波手段(24)のカットオフ周波数を、制御帯域と位相補償要素における時定数比の4乗根の積に比例させることを特徴とする請求項2記載のディスク装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、計算機システムの外部記憶装置として広く用いられるディスク装置に関する。

【0002】近年、ディスク装置の記録密度向上、小型化に伴い、記録媒体が1.8インチディスク、1.3インチディスク等のように小型高密度化している。一方、計算機システムにおいても携帯用パーソナルコンピュータ等のように小型化、軽量化が進んできている。

【0003】そのため、容易に携帯可能となり、携帯時の落下等に対する耐久性、特に衝撃時のデータ保護が要求される。

【0004】

【従来の技術】従来より、小型のディスク装置に衝撃を受けた場合、読み出し時ではエラーが発生してもリトライが可能であるが、書き込み時でヘッド位置決め誤差が生じた場合が重要である。すなわち、ヘッド位置決め誤差が生じた場合、書き込みデータのみが対象であればバッファ内で復旧可能であるが、隣接のトラック等のデータ上にオーバーライトすると前データが消去されて、データ喪失という事態を惹起する。

【0005】そこで、サーボ系により、大きな位置誤差が発生した場合に書き込み中止とするが、一般のセクタサーボ方式のドライブでは位置信号がデータ面(セクタの先頭位置)に書き込まれていることから、セクタ間のデータ領域でパルス状の衝撃が加わるとサーボ検出ができないことになる。

【0006】このため、小型ドライブでは、サーボ系以外に加速度センサなどの検知手段を備え、衝撃検知で直ちに中止する機能をもたせるものが用いられるようにな

2

ってきている(特開昭63-152070号、特開平3-252962号等)。

【0007】ここで、図4に、従来の衝撃検出の概略構成図を示す。図4に示すディスク装置11は、単数又は複数のディスク12が駆動系によって基板13上で回転駆動され、一枚のディスク12に対して、例えば両面記録の場合に各面に一個ずつのヘッド14がキャリッジ15先端に取り付けられる。

【0008】基板13上には、衝撃検出器として加速度センサ16が取り付けられ、衝撃検出時の出力がアンプ17を介してレベル検出部18に送られ、所定のスレシホールドレベルと比較されたレベル検出結果がコントローラ19に送られる。コントローラ19は、レベル検出結果が衝撃検出であればライトプロテクト信号を出力し、ヘッド14に対して書き込み中止を行わせる。場合によっては、ヘッド14を退避領域に退避させる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、レベル検出部18で加速度センサ16からの検出信号をレベル検出する場合のスレシホールドレベルの設定は、より低い加速度で作動するようにすればよいが、それでは少しの衝撃でもライト中止となる。例えば、膝上でノート型パーソナルコンピュータを使用された場合等の振動の多い場所で、キータッチ毎にライト中止になるのでは著しく作業効率が低下するという問題がある。

【0010】ところで、加わる衝撃の一定の加速度が、ヘッドの一定の位置誤差を生じるものではなく、周波数により、(位置誤差/加速度)の値が異なってくるものである。

【0011】ここで、図5に、ヘッド位置決めサーボ系の開ループ伝達特性のグラフを示す。図5(A)はヘッド位置決めサーボ系の、開ループ伝達関数Gの周波数特性のグラフであり、図5(B)は位相マージンの周波数特性である。すなわち、フィードバック制御系の安定化のために位相進み遅れ補償が付加されたときに、位相マージンを得る目的で、サーボ帯域 $\omega_c$ 付近で位相を進めるように設定するのが一般的である。

【0012】また、図6に、図5の外乱変位に対するヘッド追従誤差の周波数特性のグラフを示す。図6(A)は追従誤差特性の周波数特性のグラフであり、図6(B)は位相マージンの周波数特性である。

【0013】いま、開ループ伝達関数をGとすると、ヘッドの追従誤差特性Hは、 $H=1/(1+G)$ で示され、位置誤差(変位)/外乱変位のディメンジョンを有する。すなわち、図6(A)に示すように、低域ではほぼ40dB/decの傾斜を持ち、ある周波数から上はほぼフラットな周波数特性となる。

【0014】このように、加速度に対するヘッドの位置誤差は周波数に依存することから、加速度レベルだけでライト中止の判断を行うことは困難であるという問題が

ある。

【0015】そこで、本発明は上記課題に鑑みなされたもので、誤動作が少なく正確にデータの衝撃保護を行うディスク装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記課題は、記録媒体に対して、所定トラックにヘッドを追従制御させて位置決めし、情報の記録再生を行うディスク装置において、外部からの衝撃加速度を検出する検出手段と、該衝撃加速度による前記ヘッドの追従制御における位置決め誤差の、該検出手段からの加速度の値に対する周波数依存を除去する濾波手段と、該濾波手段からの、該ヘッドの位置決め誤差に対応する加速度の値に応じて、該ヘッドによる記録中止を制御する制御手段と、を有する構成とすることにより解決される。

【0017】この場合、前記濾波手段は、前記検出手段からの加速度の値に、前記ヘッドにおける位置決め追従誤差の周波数特性の逆特性を与える。

【0018】

【作用】上述のように、濾波手段が、ヘッドの位置決め誤差の加速度に対する周波数依存を除去する。この周波数依存の除去は、検出手段の加速度の値に、ヘッドにおける位置決め追従誤差の周波数特性の逆特性を与えるものである。

【0019】すなわち、ヘッドの位置決め誤差は、加速度の値に対応することとなり、該加速度の値に応じて、ヘッドによる記録中止が制御される。

【0020】これにより、誤動作が少なく、正確にデータの衝撃保護を行うことが可能となる。

【0021】

【実施例】図1に、本発明の一実施例の構成図を示す。図1は本発明のディスク装置21の要部における衝撃検出のブロック図を示したもので、アナログ制御系を前提としている。まず、外部からの衝撃加速度を検出する検出手段である加速度センサ22が、図4と同様に基板等に取り付けられる。

【0022】加速度センサ22からの出力はアンプ23を介して濾波手段であるフィルタ24に入力される。このフィルタ24は、加速度センサ22からの加速度の値に、ヘッドの位置決め追従誤差の周波数特性の逆特性を与えて、該位置決め誤差の加速度に対する周波数依存を除去する。

【0023】このフィルタ24の出力は、二つの第1及び第2の比較器25、26における他方の入力端に入力される。第1の比較器25の一方の入力端には比較用の第1のしきい値（+のスレシホールドレベル）が入力され、第2の比較器26の一方の入力端には比較用の第2のしきい値（-のスレシホールドレベル）が入力される。

【0024】また、第1の比較器25の出力はオア回路

27の一方の入力端に入力され、第2の比較器26の出力はインバータ28を介してオア回路27の他方の入力端に入力される。

【0025】そして、オア回路27の出力はコントローラ29に入力され、コントローラ29はヘッド（図示せず）の書き込みを制御する。この第1及び第2の比較器25、26、オア回路27、インバータ28、及びコントローラ29により制御手段を構成する。

【0026】また、図2に、ヘッドの加速度外乱における制御系ブロック線図を示す。図2はヘッドの追従制御の制御系であり、制御信号が減算器31を介して位相進み遅れ（リードラグ）補償回路32に入力され、リードラグ補償回路32の出力はアンプ（パワーアンプ及びヘッド駆動モータ）33を介して加算器34に入力される。加算器34では外乱（衝撃加速度）と加算され、積分器（1/S）35及び積分器（1/S）36を介して位置信号が出力される。この位置信号は減算器31にフィードバックされる。

【0027】ここで、図3に、図1のフィルタの周波数特性のグラフを示し、図1及び図2について説明する。なお、図3（A）はフィルタ特性（加速度外乱特性）であり、図3（B）はフィルタの位相マージンの周波数特性である。

【0028】まず、図2のリードラグ補償サーボ系における開ループ伝達関数Gは、

【0029】

【数1】

$$G = A \frac{1 + \tau_2 S}{1 + \tau_1 S} \frac{1}{S^2}$$

【0030】で表わされる。ここで、Aは、 $A = \omega_0^2 / \sqrt{\gamma}$ である。また、 $\omega_0$ はサーボ帯域（制御帯域であり、開ループゼロクロス周波数）であり、 $\gamma$ は $\gamma = \tau_2 / \tau_1$ の定数（時定数比）である。

【0031】ちなみに、数1にAを代入すると、

【0032】

【数2】

$$G = \frac{\omega_0^2}{\sqrt{\gamma}} \frac{1 + \frac{\sqrt{\gamma}}{\omega_0} S}{1 + \frac{1}{\omega_0 \sqrt{\gamma}} S}$$

【0033】となり、 $\gamma$ は位相マージンを確保するために、一般に $\gamma = 9 \sim 18$ 程度の値に設定される。

【0034】そこで、ヘッド位置決めサーボ系の追従誤差特性 $H_0$ は、図6で説明したように、 $H = 1 / (1 + G)$ であり、これに数1を代入すると、

【0035】

【数3】

5

6

$$H_0 = \frac{1}{1+G}$$

$$= \frac{1}{1+A \frac{1+\tau_2 S}{1+\tau_1 S} \frac{1}{S^2}}$$

【0036】となる。この追従誤差特性 $H_0$ は変位/変\*

$$H_1 = \frac{1}{S^2 + A \frac{1+\tau_2 S}{1+\tau_1 S}}$$

$$= \frac{1}{S^2 + A \left( \frac{\tau_2}{\tau_1} \right) + A \frac{(1-\tau_2/\tau_1)}{\tau_1 S + 1}}$$

$$= \frac{1}{S^2 + \omega_0^2 \sqrt{\gamma} + A \frac{1-\gamma}{\tau_1 S + 1}}$$

【0039】となり、この結果が図3(A)、(B)に示される。

【0040】すなわち、図3(A)に示す加速度外乱の周波数特性を図1のフィルタ24の周波数特性とすることで、ゲインが低周波領域で周波数に依存しなくなるものである。これにより、フィルタ24の出力が直接ヘッドの位置誤差に対応した出力となる。なお、図3(A)と図6(A)を比較するに、フィルタ24の周波数特性(図3(A))は、開ループ伝達における追従誤差特性(図6(A))の逆特性となる。

【0041】そして、上述のようにフィルタ24の出力がヘッドの位置誤差と対応することから、図1において、第1及び第2の比較器25、26の第1及び第2のしきい値を設けることにより、そのレベル信号によりコントローラ29がヘッドに対して記録中止の制御を行う。すなわち、記録中止(ライトプロテクト)を行うスレシホールドレベルが正確に設定することができ、誤動作が少なく、正確にデータの衝撃保護を行うことができる。このことは、振動、衝撃に強い、携帯に適したディスク装置を実現することができるものである。

【0042】ここで、フィルタ24のカットオフ周波数について説明する。数4の周波数特性のカットオフ周波数は、数2より開ループ伝達関数Gのゲインにより一義的に決定される。すなわち、数4に示すように、カットオフ周波数は近似的に $\omega_0 \gamma^{1/4}$ となる。例えば、 $\omega_0 = 500 \text{ Hz}$ 、 $\gamma = 9$ の場合、 $\omega_0 \gamma^{1/4} = 866 \text{ Hz}$ であり、図3(A)、(B)の結果にほぼ一致すること

\*位のディメンションである。

【0037】そして、図2に示すように加速度外乱が系に入ると、積分器35、36でそれぞれ積分することにより、数3を変位/加速度のディメンションに換算することになる。すなわち、加速度外乱が入ったときの追従誤差特性 $H_1$ は、

【0038】

【数4】

になる。

【0043】なお、上記実施例はアナログサーボ系を前提として説明したが、ディジタルサーボ系においても数4のフィルタ特性のディジタルフィルタを使用することにより実現することができる。また、本発明は磁気ディスクだけでなく光ディスクにおいて適用することができるのはもちろんである。

【0044】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、濾波手段により衝撃加速度によるヘッドの追従制御における位置決め誤差の、検出手段からの加速度の値に対する周波数依存を除去して記録中止を制御することにより、生じる位置決め誤差に比例した衝撃加速度を検知することができることから、記録中止のしきい値を正確に設定することができ、誤動作が少なく正確にデータの衝撃保護を行うことができる。これにより、振動、衝撃に強い携帯に適したディスク装置を実現することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の構成図である。

【図2】ヘッドの加速度外乱における制御系ブロック線図である。

【図3】図1のフィルタの周波数特性のグラフである。

【図4】従来の衝撃検出の概略構成図である。

【図5】ヘッド位置決めサーボ系の開ループ伝達特性のグラフである。

【図6】図5の外乱変位に対するヘッド追従誤差の周波

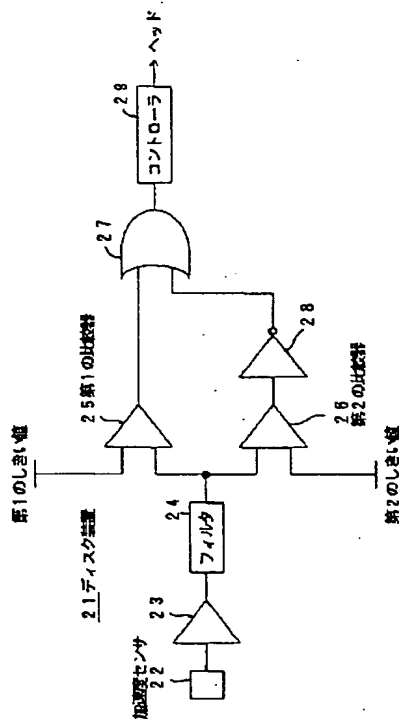
数特性グラフである。

【符号の説明】

- 21 ディスク装置
- 22 加速度センサ
- 23, 33 アンプ
- 24 フィルタ
- 25 第1の比較器
- 26 第2の比較器

【図1】

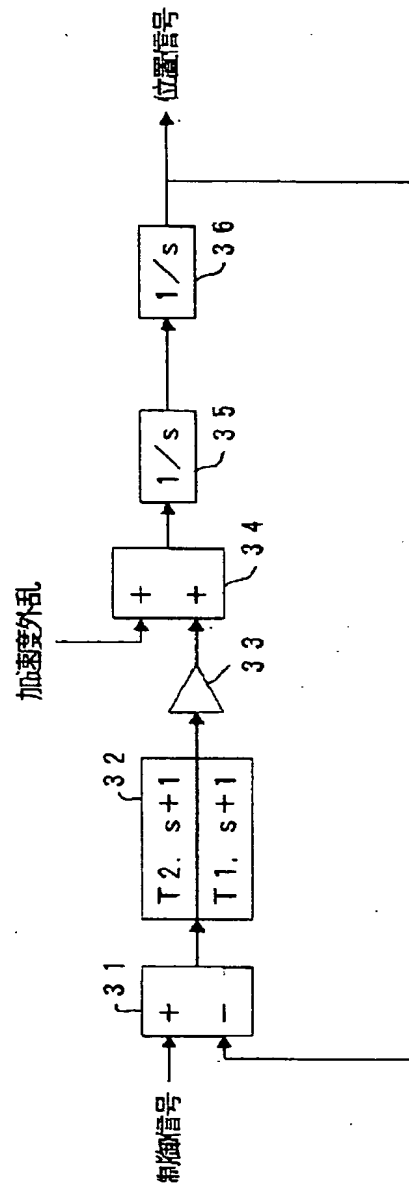
本発明の一実施例の構成図



- 27 オア回路
- 28 インバータ
- 29 コントローラ
- 31 減算器
- 32 リードラグ補償回路
- 34 加算器
- 35, 36 積分器

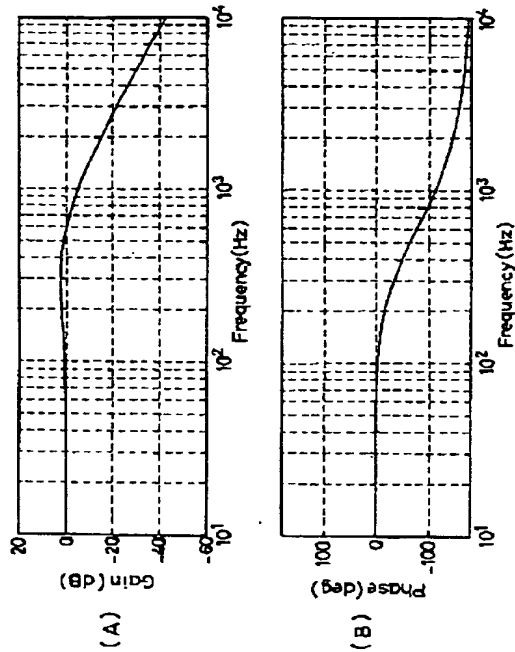
【図2】

ヘッドの加速度外乱における制御系ブロック線図



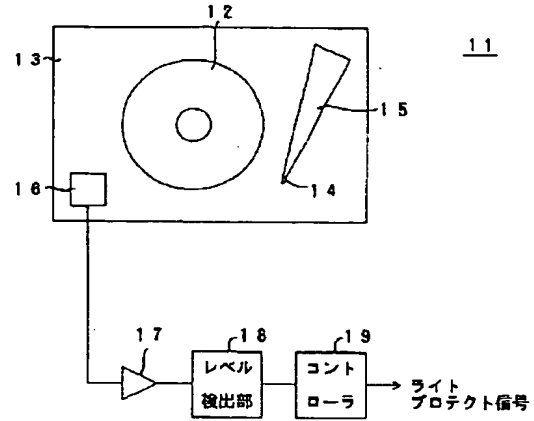
【図3】

図1のFPGAの周波数特性のグラフ



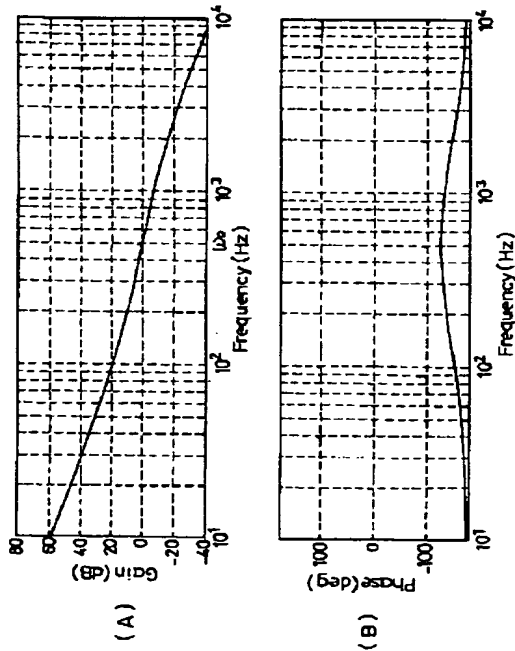
【図4】

従来の衝撃検出の概略構成図



【図5】

ヘッド位置決めサーボ系の開ループ伝達特性のグラフ



【図6】

図5の外乱入力に対するヘッド追従誤差の周波数特性のグラフ

